

#4 2-17-01
JC

Attorney Docket No.: 15162/02130

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. Application of: Yasushi KUSAKA, Tomokazu KAKUMOTO,
So YANO, Katsuhiko ASAI, and
Satoshi NAKAMURA

For: IMAGE-SENSING APPARATUS

U.S. Serial No. Not yet assigned

Filed: Concurrently

Group Art Unit: To be determined

Examiner: To be determined

Assistant Director for Patents
Box Patent Application
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Express Mail Mailing Label No.: EL195378699US

Date of Deposit: JUNE 23, 2000

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the dated indicated above and is addressed to the Assistant Director for Patents, Box Patent Application, Washington, DC 20231.

DERRICK T. GORDON

Name of Applicant, Assignee, or Registered Representative

Derrick T. Gordon

Signature

JUNE 23, 2000

Date of Signature

CERTIFIED COPIES OF PRIORITY DOCUMENTS

Submitted herewith is a certified copy of Japanese patent application number 11-178963, filed June 24, 1999, Japanese patent application number 11-179548, filed June 25, 1999, Japanese patent application number 11-180635, filed June 25, 2000, Japanese patent application number 11-182169, filed June 28, 2000, Japanese patent application number 11-198027, filed July 12, 1999, and Japanese patent application number 2000-005780, filed January 6, 2000.



Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for these Japanese patent applications is claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,



James W. Williams
Registration No. 20,047
Attorney for Applicants

JWW/tjf

SIDLEY & AUSTIN
717 N. Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201-6507
(214) 981-3328 (direct)
(214) 981-3300 (main)

June 23, 2000

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC861 U.S. PTO
09/602876
06/23/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 9 年 6 月 2 5 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 1 7 9 5 4 8 号

出 願 人
Applicant (s):

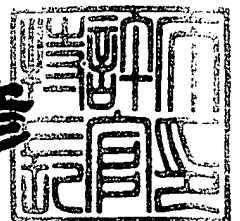
ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 0 年 5 月 1 2 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 P990625115

【提出日】 平成11年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明の名称】 固体撮像装置

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 矢野 壮

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 角本 兼一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 草鹿 泰

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、

前記固体撮像素子から得られる輝度信号に基づいて前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号を線形的に変換する第 1 状態と、自然対数的に変換する第 2 状態とに切り換える切換手段を備えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、

該固体撮像素子から得られる輝度信号に基づいて感度調整を行う感度調整部を有し、

前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第 1 状態と、自然対数的に変換されて出力される第 2 状態とに切り換え可能とするとともに、

前記輝度信号に基づいて前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換手段を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】 前記輝度信号により被写体の輝度が暗いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第 1 状態にし、

前記輝度信号により被写体の輝度が明るいとき、前記固体撮像素子の動作状態を第 2 状態にすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記切換手段が、2 値の電圧信号となる切換信号を発生し、

該切換信号によって、前記固体撮像素子の動作状態が切り換えられることを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、

前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第 1 状態と、自然対数的に変換されて出力される第 2 状態と

に切り換え可能とするとともに、

固体撮像素子にて発生する電気信号に基づいて、被写体の輝度範囲を検出する輝度範囲検出手段を設けて、被写体の輝度範囲に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 6】 被写体の輝度範囲が狭いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第 1 状態にし、

被写体の輝度範囲が広いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第 2 状態にすることを特徴とする請求項 5 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 前記輝度範囲検出手段が、

固体撮像素子から送出される電気信号のレベルの大小を順次比較してその最大値と最小値を検出し、この電気信号のレベルの最大値と最小値の差に応じて前記固体撮像素子の動作状態を第 1 状態にするか第 2 状態にするか判定する切換判定手段と、

切換判定手段によって判定された結果に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換信号を発生する切換信号発生手段と、

を有することを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】 前記切換信号が、2 値の電圧信号であることを特徴とする請求項 7 に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】 前記固体撮像素子が、

第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、

第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、第 1 電極及び制御電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、

前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 10】 前記固体撮像素子が、

第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、

第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、第 1 電極が前記感光素子の第 2 電極

に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むとともに、第 2 電極と制御電極とが接続されたトランジスタと、を有し、

前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 8 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 1 1】 前記固体撮像素子が、

第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、

第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、制御電極に直流電圧が印加されるとともに、第 1 電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、

前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 8 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入射光に対する電気信号の線形変換と対数変換を行える固体撮像素子を有する固体撮像装置に関するもので、特に 1 つの固体撮像素子で線形変換動作と対数変換動作とを切り換えて行うことが可能な固体撮像装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、フォトダイオードなどの感光素子をマトリクス状に配置したエリアセンサ等の固体撮像素子は、その感光素子に入射された光の輝度に対して、線形的に変換した信号を出力する。このように線形変換を行うエリアセンサ（以下、「リニアセンサ」と呼ぶ。）は、例えば、レンズの絞りを調整することにより、被写体の最も明るい部分（ハイライト部）を撮像する感光素子とその最大レベルの 9 0 パーセント程度のレベルの電気信号として出力できるように、調節される。このようなりニアセンサを用いることによって、被写体の輝度分布においてその最小値を $L_{\min} [cd/m^2]$ 、その最大値を $L_{\max} [cd/m^2]$ としたとき、

被写体の輝度範囲 L_{\max}/L_{\min} が 2 桁以下の狭い範囲であれば階調性豊かに被写体の情報を取り込むことができる。

【0003】

それに対して、本出願人は、入射した光量に応じた電流を発生する感光素子と、その電流を入力する MOS トランジスタと、この MOS トランジスタをサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段とを備え、感光素子からの電流を対数変換するようにしたエリアセンサ（以下、「LOG センサ」と呼ぶ。）を提案した（特開平 3-192764 号公報参照）。このような LOG センサは、被写体の最も明るい部分（ハイライト部）を撮像する感光素子とその最大レベルの 90 パーセント程度のレベルの電気信号として出力できるように、調節した場合、その輝度範囲 L_{\max}/L_{\min} が 5 桁～6 桁の広い範囲となる被写体の情報を取り込むことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記リニアセンサでは撮像可能な輝度範囲が略 2 桁と狭いため、被写体に直射日光が当たるなどの要因で被写体の輝度が明るくなり、明部が感光素子が扱えるレベルを超えてオーバーフローを起こすような状態になったとき、このレベルを超えた明部の情報を取り込むことができず、白トビという現象が起こる。又、この白トビを避けるために、取り込み可能な輝度範囲を明部側にシフトして明部の情報を取り込み可能とすると、逆に暗部の情報を取り込むことができず、黒ツブレという現象が起こる。

【0005】

一方、LOG センサの出力特性は図 15 のように対数関数を示す。そのため、この LOG センサを用いたときは、高輝度部での階調性が乏しくなりやすく、例えば、明るい被写体に対しては、暗部及び明部の情報とともに取り込むことが可能であるが、暗い被写体に対しては、明部の階調性が乏しくなるなどの問題があった。

【0006】

このような問題点を鑑みて、本発明は、被写体の明るさの状態にかかわらず常

に良好な撮像を行うことができる固体撮像装置を提供することを目的とする。又、本発明は、固体撮像素子の入射光に対する電気信号の線形変換動作と対数変換動作とを、自動的に切り換えることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。又、本発明の他の目的は、1つの固体撮像素子が前記線形変換動作と前記対数変換動作とを行う固体撮像装置を提供することである。更に、本発明の他の目的は、構成の簡単な固体撮像装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の問題を達成するために、請求項1に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子から得られる輝度信号に基づいて前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号を線形的に変換する第1状態と、自然対数的に変換する第2状態とに切り換える切換手段を備えることを特徴とする。又、請求項2に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、該固体撮像素子から得られる輝度信号に基づいて感度調整を行う感度調整部を有し、前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第1状態と、自然対数的に変換されて出力される第2状態とに切り換え可能とするとともに、前記輝度信号に基づいて前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換手段を有することを特徴とする。

【0008】

このような固体撮像装置によると、固体撮像素子が撮像する被写体の輝度に応じた輝度信号に基づいて、被写体の明るさの状態にあわせて、固体撮像素子の動作状態を切り換えることができる。又、請求項3に記載するように、被写体の輝度が暗いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にし、被写体の輝度が明るいとき、前記固体撮像素子の動作状態を第2状態にすることによって、概して被写体全体の輝度範囲の狭い暗い状態では階調性の豊かな高品位の画像を、概して被写体全体の輝度範囲の広い明るい状態では白トビ又は黒ツブレの無い奥行きのある高品位の画像をそれぞれ撮像することができる。感度調整部を設けている場合は、いずれの出力状態の場合にも固体撮像素子の感度を適切に調整すること

ができ、より好ましい状態で撮像が行える。

【0009】

請求項4に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項3のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記切換手段が、2値の電圧信号となる切換信号を発生し、該切換信号によって、前記固体撮像素子の動作状態が切り換えられることを特徴とする。このようにすることによって、固体撮像素子に設けられた素子のバイアスを変更して固体撮像素子の動作状態を切り換えることができる。

【0010】

請求項5に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第1状態と、自然対数的に変換されて出力される第2状態とに切り換え可能とするとともに、固体撮像素子にて発生する電気信号に基づいて、被写体の輝度範囲を検出する輝度範囲検出手段を設けて、被写体の輝度範囲に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換えることを特徴とする。

【0011】

このような構成の固体撮像装置によると、階調性の良い第1状態と、輝度範囲の広い被写体を撮像可能な第2状態とを、検出した被写体の輝度範囲に応じて切り換えることができる。又、請求項6に記載するように、被写体の輝度範囲が狭いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にし、被写体の輝度範囲が広いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第2状態にすることによって、被写体全体の輝度範囲の狭い状態では階調性の豊かな高品位の画像を、被写体全体の輝度範囲の広い状態では白トビ又は黒ツブレの無い奥行きのある高品位の画像をそれぞれ撮像することができる。

【0012】

請求項7に記載の固体撮像装置は、請求項5又は請求項6に記載の固体撮像装置において、前記輝度範囲検出手段が、固体撮像素子から送出される電気信号のレベルの大小を順次比較してその最大値と最小値を検出し、この電気信号のレベルの最大値と最小値の差に応じて前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にする

か第 2 状態にするか判定する切換判定手段と、切換判定手段によって判定された結果に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換信号を発生する切換信号発生手段と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

このような固体撮像装置において、請求項 8 に記載するように、前記切換信号を 2 値の電圧信号とすることによって、固体撮像素子内に設けられた素子に印加するバイアス電圧の値を変化させることによって、固体撮像素子の動作を第 1 状態又は第 2 状態に切り換えることができる。

【 0 0 1 4 】

請求項 9 に記載の固体撮像装置は、請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、第 1 電極及び制御電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 1 0 に記載の固体撮像装置は、請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、第 1 電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むとともに、第 2 電極と制御電極とが接続されたトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 1 1 に記載の固体撮像装置は、請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、制御電極に直流電圧が印加されるとともに、第 1 電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子

からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、前記固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】

<第 1 の実施形態>

本発明の第 1 の実施形態について、図面を参照して説明する。図 1 は、本実施形態で使用する固体撮像装置の要部の構成を示すブロック図である。図 2 及び図 4 は、図 1 に示す固体撮像装置に設けられた固体撮像素子であるエリアセンサの構造の 1 例を示すブロック図である。図 3 は、図 2 に示すエリアセンサ内の画素の構成の 1 例を示す回路図である。図 6 は、図 4 に示すエリアセンサ内の画素の構成の 1 例を示す回路図である。

【0018】

図 1 に示す固体撮像装置 1 は、対物レンズ 2 と、該対物レンズ 2 を介して入射する光に応じて対数変換もしくは線形変換を行った電気信号を出力するエリアセンサ 3 と、エリアセンサ 3 より出力される電気信号が入力されこの電気信号に基づいて被写体の輝度を検知して感度調整を行う自動感度調整回路 4 と、前記電気信号（以下、「輝度信号」と呼ぶ。）より被写体の輝度を検知してエリアセンサ 3 を対数変換動作させるか線形変換させるかを判定するとともに判定信号を発生する切替判定回路 5 と、前記判定信号によってエリアセンサ 3 の対数変換動作と線形変換動作を切り換えるための切替信号をエリアセンサ 3 に送出する切替信号発生回路 6 と、エリアセンサ 3 から送出される電気信号を演算処理する処理部 20 とを有している。

【0019】

尚、処理部 20 で処理された信号は、出力端子 91 から固体撮像装置 1 の外部へ出力され記録媒体への記録や表示装置への出力など種々の用途に供される。又、出力端子 92 からファインダー 21 へも与えられる。又、エリアセンサ 3 から処理部 20 に送出される電気信号を、以下、「画像データ」と呼ぶ。尚、自動感度調整回路 4 の詳細については後述し、図 1 においては自動感度調整回路 4 の周

辺部分の構成は簡略的に図示している。

【0020】

このような構成の固体撮像装置に設けられたエリアセンサ3の構成の一例について、図2を参照して説明する。同図において、 $G_{11} \sim G_{mn}$ は行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。7は垂直走査回路であり、行（ライン） $9-1$ 、 $9-2$ 、 \dots 、 $9-n$ を順次走査していく。8は水平走査回路であり、画素から出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ に導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。11は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン $9-1$ 、 $9-2$ 、 \dots 、 $9-n$ や出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ 、電源ライン11だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続されるが、図2ではこれらについて省略している。

【0021】

出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ ごとにNチャネルのMOSトランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_m が図示の如く1つずつ設けられている。トランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_m のドレインは、それぞれ出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ に接続され、ソースは最終的な信号線12に接続され、ゲートは水平走査回路8に接続されている。尚、後述するように各画素内にはスイッチ用のNチャネルの第4MOSトランジスタ T_4 も設けられている。ここで、トランジスタ T_4 は行の選択を行うものであり、トランジスタ $Q_1 \sim Q_m$ は列の選択を行うものである。

【0022】

更に、このようなエリアセンサ3内の画素 $G_{11} \sim G_{mn}$ の構成について、図3を参照して説明する。図3において、pnフォトダイオードPDが感光部（光電変換部）を形成している。そのフォトダイオードPDのアノードは第1MOSトランジスタ T_1 のドレインとゲート、第2MOSトランジスタ T_2 のゲート、及び第3MOSトランジスタ T_3 のドレインに接続されている。トランジスタ T_2 のソースは行選択用の第4MOSトランジスタ T_4 のドレインに接続されている。トランジスタ T_4 のソースは出力信号線10（この出力信号線10は図2の10

- 1、10-2、・・・、10-mに対応する)へ接続されている。尚、トランジスタT1、T2、T3、T4は、いずれもNチャネルのMOSトランジスタでバックゲートが接地されている。

【0023】

又、フォトダイオードPDのカソードには直流電圧VPDが印加されるようになっている。一方、トランジスタT1のソースには信号 ϕ VPSが印加され、トランジスタT2のソースにはキャパシタCの一端が接続される。キャパシタCの他端には信号 ϕ VPSが与えられる。トランジスタT3のソースには直流電圧VRBが印加されるとともに、そのゲートには信号 ϕ VRSが入力される。トランジスタT2のドレインには信号 ϕ Dが入力される。又、トランジスタT4のゲートには信号 ϕ Vが入力される。尚、本実施形態において、信号 ϕ VPSは、2値的に変化するものとし、トランジスタT1、T2をサブスレッショルド領域で動作させるための電圧をローレベルとし、直流電圧VPDと略等しい電圧をハイレベルとする。

【0024】

このような構成の画素において、信号 ϕ VPSの電圧値を切り換えてトランジスタT1のバイアスを変えることにより、出力信号線10に導出される出力信号をフォトダイオードPDが入射光に応じて出力する電気信号(以下、「光電流」という。)に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下、これらの各場合について簡単に説明する。

【0025】

(1) 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 ϕ VPSをローレベルとし、トランジスタT1、T2がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について、説明する。このとき、トランジスタT3のゲートに与えられる信号 ϕ VRSがローレベルになっているので、トランジスタT3はOFFとなり、実質的に存在しないことと等価になる。又、トランジスタT2に与えられる信号 ϕ Dはハイレベル(直流電圧VPDと同じ又は直流電圧VPDに近い電位)とする。

【0026】

図3の回路において、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生し

、トランジスタのサブスレッショルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がトランジスタ T 1, T 2 のゲートに発生する。この電圧により、トランジスタ T 2 に電流が流れ、キャパシタ C には前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値と同等の電荷が蓄積される。つまり、キャパシタ C とトランジスタ T 2 のソースとの接続ノード a に、前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値に比例した電圧が生じることになる。ただし、このとき、トランジスタ T 4 は OFF の状態であるとする。

【 0 0 2 7 】

次に、トランジスタ T 4 のゲートにパルス信号 ϕV を与えて、トランジスタ T 4 を ON にすると、キャパシタ C に蓄積された電荷が、出力電流として出力信号線 1 0 に導出される。この出力信号線 1 0 に導出される電流は前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値となる。このようにして入射光量の対数値に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号を読み出した後、トランジスタ T 4 を OFF とするとともに信号 ϕD をローレベル（信号 ϕVPS よりも低い電位）にしてトランジスタ T 2 を通して信号 ϕD の線路へキャパシタ C に蓄積された電荷を放電することによって、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位が初期化される。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像を広いダイナミックレンジで連続的に撮像することができる。尚、このように入射光量を自然対数的に変換する場合、信号 ϕVRS は、常にローレベルのままであり、トランジスタ T 3 は OFF 状態となっている。

【 0 0 2 8 】

(2) 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 ϕVPS をハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、トランジスタ T 1 のソース側のポテンシャルが高くなる。よって、トランジスタ T 1 は実質的に OFF 状態となり、トランジスタ T 1 のソース・ドレイン間に電流が流れない。又、トランジスタ T 3 のゲートに与える信号 ϕVRS をローレベルに保ち、トランジスタ T 3 を OFF にしておく。

【 0 0 2 9 】

そして、まず、トランジスタ T 4 を OFF するとともに信号 ϕD をローレベル

(信号 ϕ VPS よりも低い電位) にするとキャパシタ C の電荷がトランジスタ T 2 を通して信号 ϕ D の線路へ放電され、それによってキャパシタ C をリセットして、接続ノード a の電位を例えば直流電圧 VPD より低い電位に初期化する。この電位はキャパシタ C によって保持される。その後、 ϕ D をハイレベル (直流電圧 VPD と同じ又は直流電圧 VPD に近い電位) に戻す。このような状態において、フォトダイオード PD に光が入射すると光電流が発生する。このとき、トランジスタ T 1 のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオード PD の接合容量などでキャパシタを構成するので、光電流による電荷が主としてトランジスタ T 1, T 2 のゲートに蓄積される。よって、トランジスタ T 1, T 2 のゲート電圧が前記光電流を積分した値に比例した値になる。

【 0 0 3 0 】

今、接続ノード a の電位が前記初期化により直流電圧 VPD より低くなっているので、トランジスタ T 2 は ON し、トランジスタ T 2 のゲート電圧に応じたドレイン電流がトランジスタ T 2 を流れ、トランジスタ T 2 のゲート電圧に比例した量の電荷がキャパシタ C に蓄積される。よって、接続ノード a の電位が前記光電流を積分した値に比例した値になる。次に、トランジスタ T 4 のゲートにパルス信号 ϕ V を与えて、トランジスタ T 4 を ON にすると、キャパシタ C に蓄積された電荷が、出力電流として出力信号線 1 0 に導出される。この出力電流は前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる。

【 0 0 3 1 】

このようにして入射光量に比例した信号 (出力電流) を読み出すことができる。又、この後、トランジスタ T 4 を OFF とするとともに信号 ϕ D をローレベルにしてトランジスタ T 2 を通して信号 ϕ D の線路へ放電することによって、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位が初期化される。しかる後、トランジスタ T 3 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS を与えることで、トランジスタ T 3 を ON にして、フォトダイオード PD、トランジスタ T 1 のドレイン電圧及びトランジスタ T 1, T 2 のゲート電圧を初期化させる。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像を S/N 比の良好な状態で連続的に撮像することができる。

【0032】

このように、図3に示す画素は、簡単な電位操作により同一の画素で光電変換出力特性を切り換えることが可能になる。尚、信号を対数変換して出力する状態から線形変換して出力する状態に切り換える際には、まず ϕ VPSの電位調整により出力の切り換えを行ってから、トランジスタT3によるトランジスタT1などのリセットを行うことが好ましい。一方、信号を線形変換して出力する状態から対数変換して出力する状態に切り換える際には、トランジスタT3によるトランジスタT1などのリセットは特に必要ない。これは、トランジスタT1が完全なOFF状態ではないことに起因してトランジスタT1に蓄積されたキャリアは逆極性のキャリアによってうち消されるためである。

【0033】

又、エリアセンサ3の構成の別の例について、図4を参照して説明する。同図において、G11~Gmnは行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。7は垂直走査回路であり、行（ライン）9-1、9-2、・・・、9-nを順次走査していく。8は水平走査回路であり、画素から出力信号線10-1、10-2、・・・、10-mに導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。11は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン9-1、9-2・・・、9-nや出力信号線10-1、10-2・・・、10-m、電源ライン11だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続されるが、図4ではこれらについて省略する。

【0034】

出力信号線10-1、10-2・・・、10-mごとにNチャネルのMOSトランジスタQ1、Q2、・・・、Qm及びNチャネルのMOSトランジスタQa1、Qa2、・・・、Qamが図示の如く1組ずつ設けられている。トランジスタQa1、Qa2、・・・、Qamのゲートは直流電圧線13に接続され、ドレインはそれぞれ出力信号線10-1、10-2・・・、10-mに接続され、ソースは直流電圧VPS'のライン14に接続されている。一方、トランジスタQ1、Q2、・・・、Qmのドレインはそれぞれ出力信号線10-1、10-2・・・、10-mに接続され、ソースは最終的な信号線12に接続され、ゲートは水

平走査回路 8 に接続されている。

【 0 0 3 5 】

画素 $G_{11} \sim G_{mn}$ には、後述するように、それらの画素で発生した光電荷に基づく信号を出力する N チャンネルの第 5 MOS トランジスタ T_5 が設けられている。トランジスタ T_5 とトランジスタ Q_a (このトランジスタ Q_a は、図 4 のトランジスタ $Q_{a1} \sim Q_{am}$ に対応する。) との接続関係は図 5 (a) のようになる。ここで、トランジスタ Q_a のソースに接続される直流電圧 $V_{PS'}$ と、トランジスタ T_5 のドレインに接続される直流電圧 $V_{PD'}$ との関係は $V_{PD'} > V_{PS'}$ であり、直流電圧 $V_{PS'}$ は例えばグランド電圧 (接地) である。この回路構成は上段のトランジスタ T_5 のゲートに信号が入力され、下段のトランジスタ Q_a のゲートには直流電圧 DC が常時印加される。このため下段のトランジスタ Q_a は抵抗又は定電流源と等価であり、図 5 (a) の回路はソースフォロワ型の増幅回路となっている。この場合、トランジスタ T_5 から増幅出力されるのは電流であると考えてよい。

【 0 0 3 6 】

トランジスタ Q (このトランジスタ Q は、図 4 のトランジスタ $Q_1 \sim Q_m$ に対応する。) は水平走査回路 8 によって制御され、スイッチ素子として動作する。尚、後述するように図 6 の画素内にはスイッチ用の N チャンネルの第 4 MOS トランジスタ T_4 も設けられている。このトランジスタ T_4 も含めて表わすと、図 5 (a) の回路は正確には図 5 (b) のようになる。即ち、トランジスタ T_4 がトランジスタ Q_a とトランジスタ T_5 との間に挿入されている。ここで、トランジスタ T_4 は行の選択を行うものであり、トランジスタ Q は列の選択を行うものである。

【 0 0 3 7 】

図 5 のように構成することにより信号のゲインを大きく出力することができる。従って、画素がダイナミックレンジ拡大のために感光素子から発生する光電流を自然対数的に変換しているような場合は、そのままでは出力信号が小さいが、本増幅回路により充分大きな信号に増幅されるため、後続の信号処理回路 (図示せず) での処理が楽になる。また、増幅回路の負荷抵抗部分を構成するトランジ

スタQ aを画素内に設けずに、列方向に配置された複数の画素が接続される出力信号線10-1、10-2、・・・、10-mごとに設けることにより、負荷抵抗又は定電流源の数を低減でき、半導体チップ上で増幅回路が占める面積を少なくできる。

【0038】

図4に示した構成のエリアセンサ3の各画素の一例について、図6を参照して説明する。尚、図3に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0039】

図6に示す画素は、図3に示す画素に、接続ノードaにゲートが接続され接続ノードaにかかる電圧に応じた電流増幅を行う第5MOSトランジスタT5と、このトランジスタT5のソースにドレインが接続された行選択用の第4MOSトランジスタT4と、接続ノードaにドレインが接続されキャパシタC及び接続ノードaの電位の初期化を行う第6MOSトランジスタT6とが付加された構成となる。トランジスタT4のソースは出力信号線10（この出力信号線10は図4の10-1、10-2、・・・、10-mに対応する）へ接続されている。尚、トランジスタT4～T6も、トランジスタT1～T3と同様に、NチャネルのMOSトランジスタでバックゲートが接地されている。

【0040】

又、トランジスタT2、T5のドレインには直流電圧VPDが印加され、トランジスタT4のゲートには信号φVが入力される。又、トランジスタT6のソースには直流電圧VRB2が印加されるとともに、そのゲートには信号φVRS2が入力される。尚、本実施形態において、トランジスタT1～T3及びキャパシタCは、図3に示す画素内の各素子と同様の動作を行い、信号φVPSの電圧値を切り換えてトランジスタT1のバイアスを変えることにより、出力信号線10に導出される出力信号を光電流に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下これらの各場合における動作を説明する。

【0041】

(1) 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 ϕ VPSをローレベルとし、トランジスタT1, T2がサブスレッシヨルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について、説明する。このとき、トランジスタT3のゲートには、第1の実施形態と同様にローレベルの信号 ϕ VRSが与えられるので、トランジスタT3はOFFとなり、実質的に存在しないことと等価になる。

【0042】

フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生し、トランジスタのサブスレッシヨルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がトランジスタT1, T2のゲートに発生する。この電圧により、トランジスタT2に電流が流れ、キャパシタCには前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値と同等の電荷が蓄積される。つまり、キャパシタCとトランジスタT2のソースとの接続ノードaに、前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値に比例した電圧が生じることになる。ただし、このとき、トランジスタT4, T6はOFF状態である。

【0043】

次に、トランジスタT4のゲートにパルス信号を与えて、トランジスタT4をONにすると、トランジスタT5のゲートにかかる電圧に比例した電流がトランジスタT4, T5を通過して出力信号線10に導出される。今、トランジスタT5のゲートにかかる電圧は、接続ノードaにかかる電圧であるので、出力信号線10に導出される電流は前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値となる。

【0044】

このようにして入射光量の対数値に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号読み出し後はトランジスタT4をOFFにするとともに、トランジスタT6のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2を与えることでトランジスタT6をONとして、キャパシタC及び接続ノードaの電位を初期化させることができる。尚、このように入射光量に対してその出力電流を自然対数的に変換する場合、信号 ϕ VRSは、常にローレベルのままである。

【 0 0 4 5 】

(2) 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 ϕ VPS をハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、トランジスタ T 3 のゲートにローレベルの信号 ϕ VRS を与えて、トランジスタ T 3 は OFF とする。そして、まず、トランジスタ T 6 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2 を与えて該トランジスタ T 6 を ON することによりキャパシタ C をリセットするとともに、接続ノード a の電位を直流電圧 VPD より低い電位 VRB2 に初期化する。この電位はキャパシタ C によって保持される。その後、信号 ϕ VRS2 をローレベルとして、トランジスタ T 6 を OFF とする。このような状態において、フォトダイオード PD に光が入射すると光電流が発生する。このとき、トランジスタ T 1 のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオード PD の接合容量でキャパシタを構成するので、光電流による電荷がトランジスタ T 1 のゲート及びドレインに蓄積される。よって、トランジスタ T 1, T 2 のゲート電圧が前記光電流を積分した値に比例した値になる。

【 0 0 4 6 】

今、接続ノード a の電位が直流電圧 VPD より低いので、トランジスタ T 2 は ON し、トランジスタ T 2 のゲート電圧に応じたドレイン電流がトランジスタ T 2 を流れ、トランジスタ T 2 のゲート電圧に比例した量の電荷がキャパシタ C に蓄積される。よって、接続ノード a の電位が前記光電流を積分した値に比例した値になる。次に、トランジスタ T 4 のゲートにパルス信号を与えて、トランジスタ T 4 を ON にすると、トランジスタ T 5 のゲートにかかる電圧に比例した電流がトランジスタ T 4, T 5 を通って出力信号線 10 に導出される。トランジスタ T 5 のゲートにかかる電圧は、接続ノード a の電圧であるので、出力信号線 10 に導出される電流は前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる。

【 0 0 4 7 】

このようにして入射光量に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号読み出し後は、まず、トランジスタ T 4 を OFF にするとともに、トランジスタ T 3 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS を与えることで、トランジスタを ON として、フォトダイオード PD、トランジスタ T 1 のドレイン電圧、及びト

ランジスタ T 1, T 2 のゲート電圧を初期化させる。次に、トランジスタ T 6 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2 を与えることでトランジスタ T 6 を ON とし、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位を初期化させる。

【 0 0 4 8 】

又、各画素からの信号読み出しは電荷結合素子 (CCD) を用いて行うようにしてもかまわない。この場合、図 3 又は図 6 のトランジスタ T 4 に相当するポテンシャルレベルを可変としたポテンシャルの障壁を設けることにより、CCD への電荷読み出しを行えばよい。

【 0 0 4 9 】

次に、自動感度調整回路 4 の詳細について、図 7 を参照して説明する。自動感度調整回路 4 は、エリアセンサ 3 より送出される輝度信号より被写体の輝度を検知するプロセッサ 4 1 と、プロセッサ 4 1 よりコントロール信号を受けてエリアセンサ 3 の受光時間を変更するタイミングジェネレータ 4 2 とを有する。又、対物レンズ 2 内には、アイリス 2 2 が設けられ、このアイリス 2 2 がプロセッサ 4 1 によりコントロール信号を受けてその絞りを変更する。更に、エリアセンサ 3 内の各画素からの出力を増幅して処理部 2 0 に出力するためのアンプ 3 1 がエリアセンサ 3 の出力側に設けられ、このアンプ 3 1 にもプロセッサ 4 1 よりコントロール信号が与えられる。

【 0 0 5 0 】

この自動感度調整回路 4 は、エリアセンサ 3 より輝度信号をプロセッサ 4 1 が受けると、まず、この輝度信号より被写体の輝度を検出する。次に、プロセッサ 4 1 が被写体の輝度を検出すると、その輝度に応じてアイリス 2 2、アンプ 3 1、タイミングジェネレータ 4 2 にコントロール信号を与える。このようなコントロール信号が与えられるアイリス 2 2、アンプ 3 1、タイミングジェネレータ 4 2 について、それぞれの動作を以下に示す。尚、図 1 には、アンプ 3 1、アイリス 2 2、及び自動感度調整回路 4 からアンプ 3 1、アイリス 2 2 への信号線は図示省略している。

【 0 0 5 1 】

まず、アイリス 2 2 は、被写体の輝度が明るくなるとエリアセンサ 3 に与えら

れる光量が増加してエリアセンサ 3 内の各画素が飽和状態になりやすくなるため、狭く絞られてエリアセンサ 3 に与えられる光量を減少させる。次に、アンプ 3 1 は、被写体の輝度が暗くなるとエリアセンサ 3 内の各画素からの出力が小さくなり階調性が悪くなるため、その出力のゲインを大きくして階調性を高める。最後に、タイミングジェネレータ 4 2 は、被写体の輝度が暗くなるとエリアセンサ 3 に与えられる光量が減少して出力が得られるのに十分な光量に満たないことがあるため、エリアセンサ 3 内の各画素の積分時間を長くして出力するのに十分な光量を与えられるようにする。尚、輝度信号としては、例えば、エリアセンサ 3 の特定画素の出力をそのまま用いることができる。又、複数の画素出力の平均出力を用いても良い。

【 0 0 5 2 】

上記した図 3 のような画素を設けた図 2 のような構成のエリアセンサ又は図 6 のような画素を設けた図 4 のような構成のエリアセンサをエリアセンサ 3 に用いたときの固体撮像装置 1 の動作について、図 1 及び図 8 を参照して以下に説明する。但し、図 8 では処理部 2 0 及び自動感度調整回路 4 を図示省略している。図 1 に示す固体撮像装置 1 は、エリアセンサ 3 が対数変換動作を行うか線形変換動作を行うかの切換点を、切換判定回路 5 が検知する被写体の輝度で略 7 0 0 [cd/m^2] に設定している。この 7 0 0 [cd/m^2] という値にする理由を以下に説明する。

【 0 0 5 3 】

まず、エリアセンサ 3 を対数変換動作させるときは、高輝度の階調性が乏しくなるが、幅広い輝度範囲の被写体を撮像可能である。そのため、概して輝度範囲の広い被写体が明るいときに有効で特に直射日光が被写体に当たっているか、又は直射日光が被写体の背景に存在する場合に用いると、影になっている部分の描写も十分に行われるので、奥行きのある高品位の画像を撮像することが可能である。このような被写体の明るいときの輝度は、略 1 0 0 0 [cd/m^2] である。

【 0 0 5 4 】

次に、エリアセンサ 3 を線形変換動作させるときは、幅広い輝度範囲の被写体

の撮像が不可能となるが、画像全体の階調性が豊かである。そのため、概して輝度範囲の狭い被写体が暗いときに有効で特に被写体が日陰に存在するか、又は曇天に被写体を撮像する場合に用いると、階調性豊かな高品位の画像を撮像することが可能である。このような被写体の暗いときの輝度は、略 $500 [\text{cd}/\text{m}^2]$ である。よって、直射日光が入る明るいときにはエリアセンサ 3 を対数変換動作させ、又、直射日光が入らない暗いときにはエリアセンサ 3 を線形変換動作させるために、その切換点を被写体の輝度が $700 [\text{cd}/\text{m}^2]$ の点に設定するのが好ましいといえる。

【0055】

(A) 明るい状況で被写体を撮像するとき

図 8 (a) のように、直射日光を受けた被写体 50 を撮像するとき、エリアセンサ 3 より輝度信号が切換判定回路 5 に送出され、この切換判定回路 5 により $700 [\text{cd}/\text{m}^2]$ 以上の輝度（例えば $1000 [\text{cd}/\text{m}^2]$ ）が検出される。よって、切換判定回路 5 はエリアセンサ 3 を対数変換動作させるべきであると判定する。この判定信号を受けた切換信号発生回路 6 は、 $\phi \text{ VPS}$ （図 3 又は図 6）をローレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタ T1（図 3 又は図 6）のソース及びキャパシタ C（図 3 又は図 6）にかかる電圧がローレベルとなって、上記したように、トランジスタ T1、T2（図 3 又は図 6）がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされ、エリアセンサ 3 から対数変換された電気信号が出力信号線 10（図 3 又は図 6）及び最終的な信号線 12（図 2 又は図 4）を介して画像データとして処理部 20 に送出される。このように送出された画像データを処理部 20 で演算処理を行い、フアインダー 21 に撮像した画像を映し出す。

【0056】

(B) 暗い状況で被写体を撮像するとき

図 8 (b) のように、曇天などのときに直射日光が遮られた被写体 50 を撮像するとき、エリアセンサ 3 より輝度信号が切換判定回路 5 に送出され、この切換判定回路 5 により $700 [\text{cd}/\text{m}^2]$ 以下の輝度（例えば、 $500 [\text{cd}/\text{m}^2]$ ）が検出される。よって、切換判定回路 5 はエリアセンサ 3 を線形変換動作さ

せるべきであると判定する。この判定信号を受けた切換信号発生回路 6 は、 ϕV_{PS} (図 3 又は図 6) をハイレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタ T 1 (図 3 又は図 6) のソースにかかる電圧がハイレベルとなって、上記したように、トランジスタ T 1 が実質的に OFF 状態となり、エリアセンサ 3 から線形変換された電気信号が出力信号線 1 0 (図 3 又は図 6) 及び最終的な信号線 1 2 (図 2 又は図 4) を介して画像データとして処理部 2 0 に送出される。このように送出された画像データを処理部 2 0 で演算処理を行い、ファインダー 2 1 に撮像した画像を映し出す。

【0057】

このように切換判定回路 5 では、エリアセンサ 3 から自動感度調整回路 4 に送出される輝度信号によって、エリアセンサ 3 の変換動作を判定する事ができる。尚、エリアセンサ 3 の変換動作が線形変換動作、対数変換動作のどちらの場合でも、自動感度調整回路 4 は動作している。よって、変換動作が切り替わるときにファインダー 2 1 などに違和感無く画像を映し出すことができる。

【0058】

<第 2 の実施形態>

第 2 の実施形態について、図面を参照して説明する。図 9 は、本実施形態で使用する固体撮像装置の内部構造を示すブロック図である。尚、図 1 に示す固体撮像装置と同様の目的で使用する部分については、同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0059】

図 9 の固体撮像装置 1' における切換判定回路 5' は、図 1 の切換判定回路 5 のように自動感度調整回路 4 に入力される輝度信号が入力されずに、エリアセンサ 3 からの画像データが入力される。又、この切換判定回路 5' は、図 1 の切換判定回路 5 のように被写体の輝度のみを検知するのではなく、エリアセンサ 3 からの画像データより、被写体の輝度範囲が検知される。又、エリアセンサ 3 は、第 1 の実施形態と同様に上記した図 3 のような画素を設けた図 2 のような構成のエリアセンサ又は図 6 のような画素を設けた図 4 のような構成のエリアセンサである。尚、図 9 において、図 1 と同様、アイリス 2 2、アンプ 3 1、及び自動感

度調整回路 4 からアイリス 2 2、アンプ 3 1 への信号線は図示省略している。又、自動感度調整回路 4 は、図 7 に示す自動感度調整回路 4 と同様の構成であるとともに、第 1 の実施形態で説明した動作と同様の動作を行う。

【0060】

まず、被写体の輝度範囲の検知方法について、固体撮像装置 1' をビデオムービーとして説明する。現在、ビデオムービーなどでは、1 秒間に 30 コマの画像を記録している。そこで、例えば 1 秒間に 1 コマずつというように、所定の間隔で、エリアセンサ 3 を強制的に対数変換動作を行わせて、このとき、エリアセンサ 3 から切換判定回路 5' に送出される 1 コマ分の画像データにより被写体の輝度範囲を検知することができる。このようにして得られる被写体の輝度範囲によって、エリアセンサ 3 に線形変換動作をさせるか、対数変換動作をさせるか判定する。

【0061】

次に、このような固体撮像装置 1' の動作について、図 9 及び図 10 を参照して以下に説明する。尚、図 10 では処理部 20 及び自動感度調整回路 4 は図示省略している。図 9 に示す固体撮像装置 1' は、エリアセンサ 3 が対数変換動作を行うか線形変換動作を行うかの切換点を、被写体の輝度範囲が例えば 2.5 桁となるような点に設定する。

【0062】

ところで、まず、エリアセンサ 3 を対数変換動作させるときは、高輝度の階調性が乏しくなるが、幅広い輝度範囲の被写体の撮像が可能である。そのため、被写体が明るくその輝度範囲が 3 ～ 4 桁程度と広いときに有効で、特に直射日光が被写体に当たっているか、又は直射日光が被写体の背景に存在する場合に用いると、影になっている部分の描写も十分に行われるので、奥行きのある高品位の画像を撮像することが可能である。

【0063】

次に、エリアセンサ 3 を線形変換動作させるときは、幅広い輝度範囲の被写体の撮像が不可能となるが、画像全体の階調性が豊かである。そのため、被写体が暗くその輝度範囲が 2 桁程度と狭いときに有効で、特に被写体が日陰に存在する

か、又は曇天に被写体を撮像する場合に用いると、階調性豊かな高品位の画像を撮像することが可能である。

【0064】

(A) 明るい状況で被写体を撮像するとき

図10(a)のように、直射日光を受けた被写体50を撮像するとき、エリアセンサ3が、所定の間隔毎に、1コマ分の対数変換した画像データを切換判定回路5'に送出する。この切換判定回路5'では、エリアセンサ3から1コマ分の画像データが送出される際に各画素から送出される電気信号の信号レベルの大きさを順次比較して、その最大値と最小値を検知する。更に、このようにして検知した信号レベルの最大値と最小値の差が基準値より大きいとき（被写体の輝度範囲が2.5桁以上あるとき）、被写体の輝度範囲が広いものと判定する。よって、切換判定回路5'によりエリアセンサ3を対数変換動作させるべきであると判定する。

【0065】

この判定信号を受けた切換信号発生回路6は、 ϕ VPS（図3又は図6）をローレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタT1（図3又は図6）のソース及びキャパシタC（図3又は図6）にかかる電圧がローレベルとなって、上記したように、トランジスタT1、T2（図3又は図6）がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされ、エリアセンサ3から対数変換された電気信号が出力信号線10（図3又は図6）及び最終的な信号線12（図2又は図4）を介して処理部20に送出される。このように送出された電気信号を処理部20で演算処理を行い、ファインダー21に撮像した画像を映し出す。

【0066】

(B) 暗い状況で被写体を撮像するとき

図10(b)のように、曇天などのときに直射日光が遮られた被写体50を撮像するとき、エリアセンサ3が、所定の間隔毎に、1コマ分の対数変換した画像データを切換判定回路5'に送出する。この切換判定回路5'では、エリアセンサ3から1コマ分の画像データが送出される際に各画素から送出される電気信号

の信号レベルの大小を順次比較して、その最大値と最小値を検知する。更に、このようにして検知した信号レベルの最大値と最小値の差が基準値より小さいとき（例えば、被写体の輝度範囲が 2.5 桁より狭いとき）、被写体の輝度範囲が狭いものと判定する。よって、切換判定回路 5' によりエリアセンサ 3 を線形変換動作させるべきであると判定する。

【 0 0 6 7 】

この判定信号を受けた切換信号発生回路 6 は、 ϕ VPS（図 3 又は図 6）をハイレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタ T 1（図 3 又は図 6）のソースにかかる電圧がハイレベルとなって、上記したように、トランジスタ T 1（図 3 又は図 6）が実質的に OFF 状態となり、エリアセンサ 3 から線形変換された電気信号が出力信号線 1 0（図 3 又は図 6）及び最終的な信号線 1 2（図 2 又は図 4）を介して処理部 2 0 に送出される。このように送出された電気信号を処理部 2 0 で演算処理を行い、ファインダー 2 1 に撮像した画像を映し出す。

【 0 0 6 8 】

尚、エリアセンサ 3 が対数変換動作を行っているときは、所定の間隔毎に 1 コマ分の画像データを切換判定回路 5' に送出させる。又、エリアセンサ 3 が線形変換動作を行っているときは、所定の間隔毎にエリアセンサ 3 に対数変換動作を行わせるとともに、そのとき得られた画像データを切換判定回路 5' に送出させた後、切り換える必要がなければ、エリアセンサ 3 は線形変換動作に戻る。

【 0 0 6 9 】

又、本実施形態では、エリアセンサが線形変換動作を行っているときも強制的に対数変換動作を行わせて得られた 1 コマ分の画像データに基づいて、被写体の輝度範囲を求めているが、エリアセンサが線形変換動作を行っているとき、所定の間隔毎に得られる画像データのうち飽和したデータの数量によって、その輝度範囲を求めて、切換判定を行うようにしても良い。即ち、エリアセンサが線形変換動作を行っているとき、飽和したデータが所定値より多い場合、白トビ又は黒ツブレが多く発生するものと考えられるので、エリアセンサの変換動作を対数変換動作に切り換える。

【0070】

更に、第1の実施形態と同様に、エリアセンサ3の変換動作が線形変換動作、対数変換動作のどちらの場合でも、自動感度調整回路4を動作させることによって、変換動作が切り替わるときにファインダー21などに違和感無く画像を映し出すことができる。

【0071】

第1及び第2の実施形態では、図2のような構成のエリアセンサにおいて、図3のような回路構成の画素を用いて説明したが、このような回路構成の画素以外に、例えば、図11又は図12に示すような回路構成の画素を用いてもかまわない。ここで、図11の画素の構成について、以下に説明する。尚、図3に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0072】

図11に示す画素は、図3に示す画素のように、トランジスタT1のドレインとゲートを接続せずに、ソースとゲートを接続するようにしている。まず、光電流を対数変換して出力するときの画素の動作について説明する。トランジスタT1のソース・ドレイン間の電圧差を大きくして、ゲート・ソース間に発生する電圧をスレッシュホールド電圧より小さくする。このようにすることによって、トランジスタT1がサブスレッシュホールド領域で動作するようにバイアスされているときと同様の状態とする。よって、フォトダイオードPDより発生する光電流を対数変換して出力することができる。

【0073】

次に、光電流を線形変換して出力するときの画素の動作について説明する。このときは、トランジスタT1のソースに印加する信号 ϕ VPSを直流電圧VPDより若干低い電位にすることによって、トランジスタT1を実質的にカットオフ状態とする。よって、トランジスタT1のソース・ドレイン間に電流が流れない。その後の動作については、図3に示す画素と同様である。

【0074】

次に、図12の画素の構成について、以下に説明する。尚、図11に示す画素

と同様の目的で使用する素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0075】

図12に示す画素では、トランジスタT1のゲートが直流電圧VRGを印加される。その他の回路構成については、図11に示す画素内の回路構成と同様である。このような構成の画素を用いたとき、その動作は本質的には図11に示す画素と同様である。しかし、図11の画素と異なりトランジスタT1のゲート電圧を適切な電圧に設定できるので、対数変換動作を行うときに、図11の画素のように、 ϕ VPSを十分に低い電圧とする必要がなく、ある程度低い電圧とすることによって、トランジスタT1をサブスレッシュホールド領域でバイアスしたときと同様の状態にすることができる。又、線形変換動作を行うときは、図11の画素と同様である。

【0076】

又、第1及び第2の実施形態では、図4のような構成のエリアセンサにおいて、図6のような回路構成の画素を用いて説明したが、このような回路構成の画素以外に、例えば、図13又は図14に示すような回路構成の画素を用いてもかまわない。ここで、図13の画素の構成について、以下に説明する。尚、図6に示す画素と同様の目的で使用する素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0077】

図13に示す画素は、図6に示す画素のように、トランジスタT1のドレインとゲートを接続せずに、ソースとゲートを接続するようにしている。まず、光電流を対数変換して出力するときの画素の動作について説明する。トランジスタT1のソース・ドレイン間の電圧差を大きくして、ゲート・ソース間に発生する電圧をスレッシュホールド電圧より小さくする。このようにすることによって、トランジスタT1がサブスレッシュホールド領域で動作するようにバイアスされているときと同様の状態とする。よって、フォトダイオードPDより発生する光電流を対数変換して出力することができる。

【0078】

次に、光電流を線形変換して出力するときの画素の動作について説明する。このときは、トランジスタT1のソースに印加する信号 ϕ VPSを直流電圧VPDより若干低い電位にすることによって、トランジスタT1を実質的にカットオフ状態とする。よって、トランジスタT1のソース・ドレイン間に電流が流れない。その後の動作については、図6に示す画素と同様である。

【0079】

次に、図14の画素の構成について、以下に説明する。尚、図13に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0080】

図14に示す画素では、トランジスタT1のゲートが直流電圧VRGを印加される。その他の回路構成については、図13に示す画素内の回路構成と同様である。このような構成の画素を用いたとき、その動作は本質的には図13に示す画素と同様である。しかし、図13の画素と異なりトランジスタT1のゲート電圧を適切な電圧に設定できるので、対数変換動作を行うときに、図13の画素のように、 ϕ VPSを十分に低い電圧とする必要がなく、ある程度低い電圧とすることによって、トランジスタT1をサブスレッショルド領域でバイアスしたときと同様の状態にすることができる。又、線形変換動作を行うときは、図13の画素と同様である。

【0081】

更に、本発明で使用する画素は、1つの画素で対数変換動作及び線形変換動作を行うことが可能であればよく、例えば、図3、図6、図11、図12、図13又は図14の画素のキャパシタを省略するような回路構成の画素を用いてもかまわない。又、対数変換動作及び線形変換動作が切換可能な画素であれば、その回路構成はこれらの回路構成に限定されるものではない。

【0082】

又、エリアセンサについても、図2又は図4のような構成のエリアセンサを用いて説明したが、このような構成のエリアセンサに限定されるものでなく、例え

ば、エリアセンサ内に設けられたMOSトランジスタがPチャネルのMOSトランジスタであるような他の構成のエリアセンサでも良い。

【0083】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、入射光に対し電気信号を対数変換するか線形変換するかを、撮像を行う固体撮像素子の出力に基づいて切り換えるようにした。そのため、被写体の明るさの状態にかかわらず常に良好な撮像を行うことが可能となり、例えば、明るい状況下にある被写体を撮像するときは、広い輝度範囲を撮像できるように固体撮像素子に対数変換動作を行わせ、又、暗い状況下にある被写体を撮像するときは、階調性良く撮像できるように固体撮像素子を線形変換動作を行わせることができる。又、固体撮像素子からの電気信号を用いて固体撮像素子の動作状態を自動的に切り換えるので、被写体の輝度などを測定するためのセンサーを新たに設ける必要がなく、構成が簡単になる。

【0084】

又、感度調整を行う感度調整部に送出する輝度信号を固体撮像素子の動作状態を切り換えるための判断材料とすることによって、通常より使用されている感度調整部に送出する輝度信号が用いられているので、被写体の輝度を判定するための信号を新たに生成する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態の固体撮像装置の内部構造を示すブロック図。

【図2】 本発明の固体撮像装置に用いられるエリアセンサの内部構造の1例。

【図3】 図2に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図4】 本発明の固体撮像装置に用いられるエリアセンサの内部構造の1例。

【図5】 図4の一部の回路図。

【図6】 図4に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の1例。

【図7】 自動感度調整回路とその周辺部の構成を示す図。

【図8】 図1に示す固体撮像装置を用いて撮像するときの被写体の状況を示す図。

【図 9】第 2 の実施形態の固体撮像装置の内部構造を示すブロック図。

【図 1 0】図 9 に示す固体撮像装置を用いて撮像するときの被写体の状況を示す図。

【図 1 1】図 2 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 2】図 2 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 3】図 4 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 4】図 4 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 5】LOG センサの出力特性を示す図。

【符号の説明】

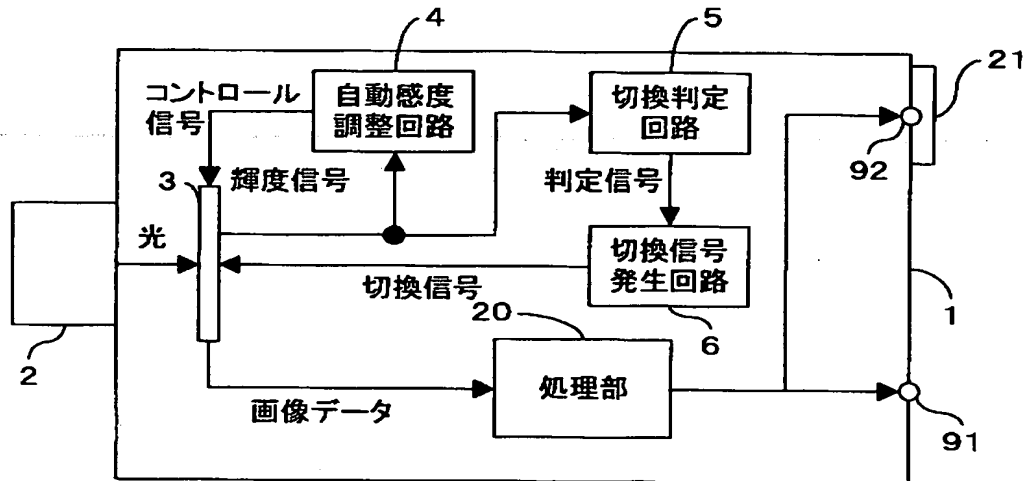
- 1 固体撮像装置
- 2 対物レンズ
- 3 エリアセンサ（固体撮像素子）
- 4 自動感度調整回路
- 5 切換判定回路
- 6 切換信号発生回路
- 7 垂直走査回路
- 8 水平走査回路
- 9 ライン
- 1 0 出力信号線
- 1 1 電源ライン
- 1 2 信号線
- 2 0 処理部
- 2 1 ファインダー
- 2 2 アイリス
- 3 1 アンプ
- 4 1 プロセッサ
- 4 2 タイミングジェネレータ
- G₁₁～G_{mn} 画素
- T₁～T₆ NチャネルのMOSトランジスタ

PD フォトダイオード

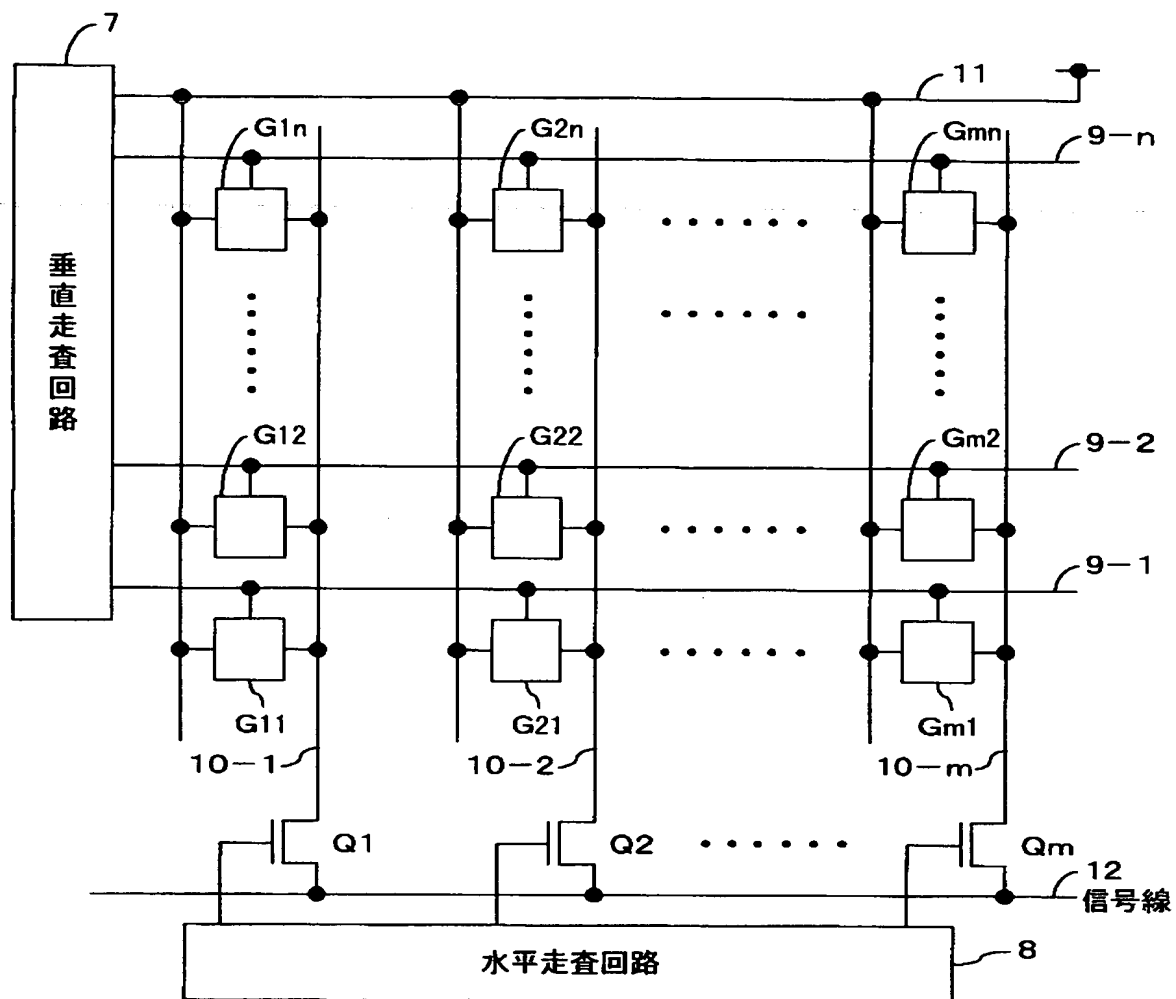
C キャパシタ

【書類名】 図面

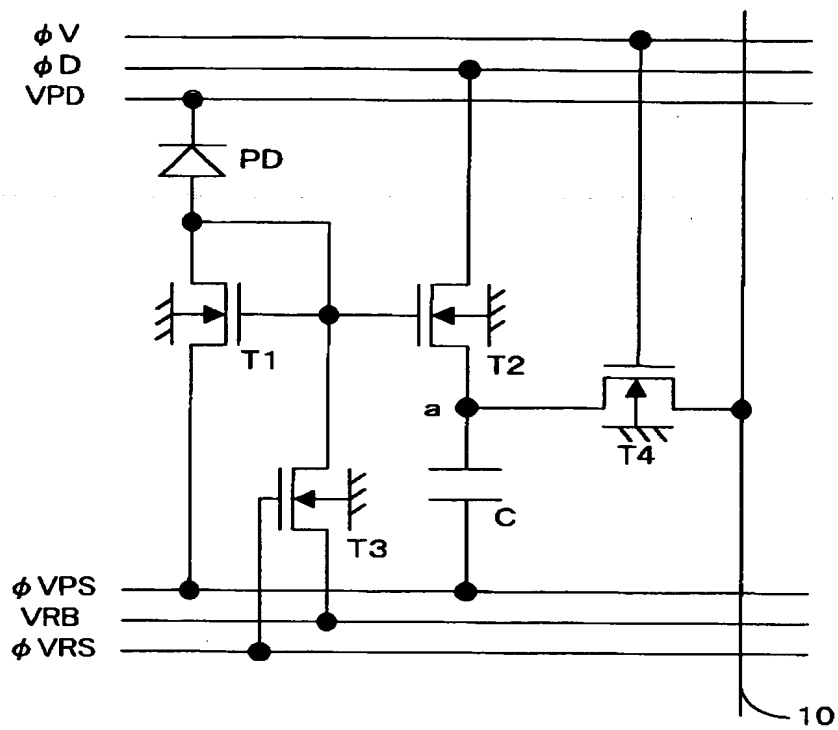
【図 1】



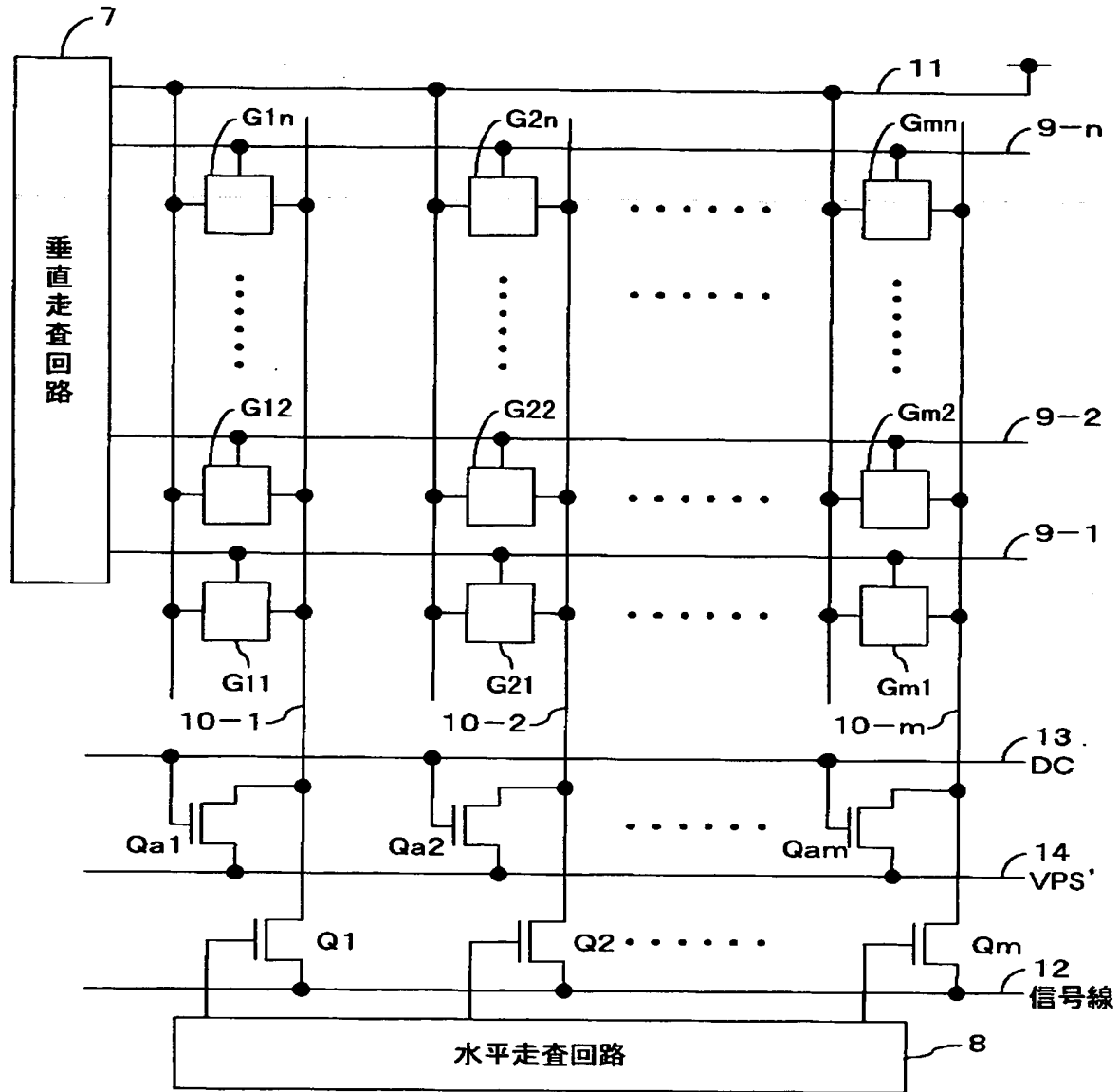
【図 2】



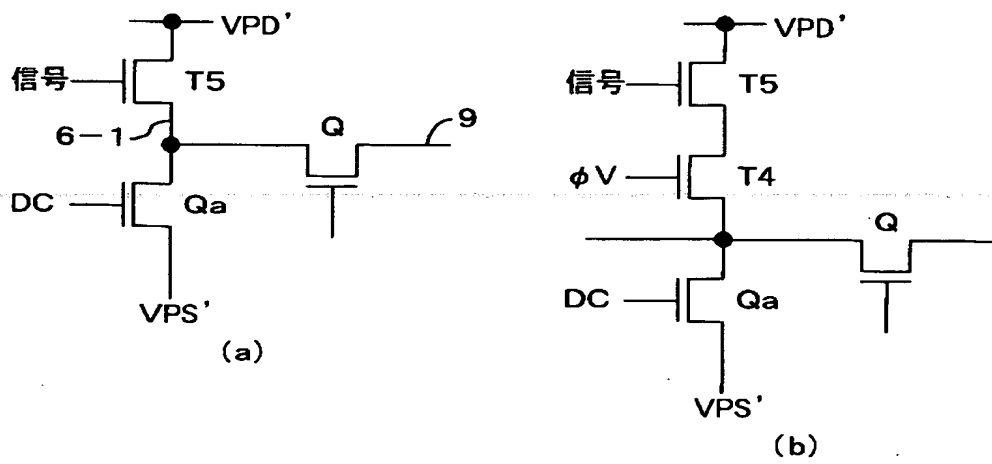
【図 3】



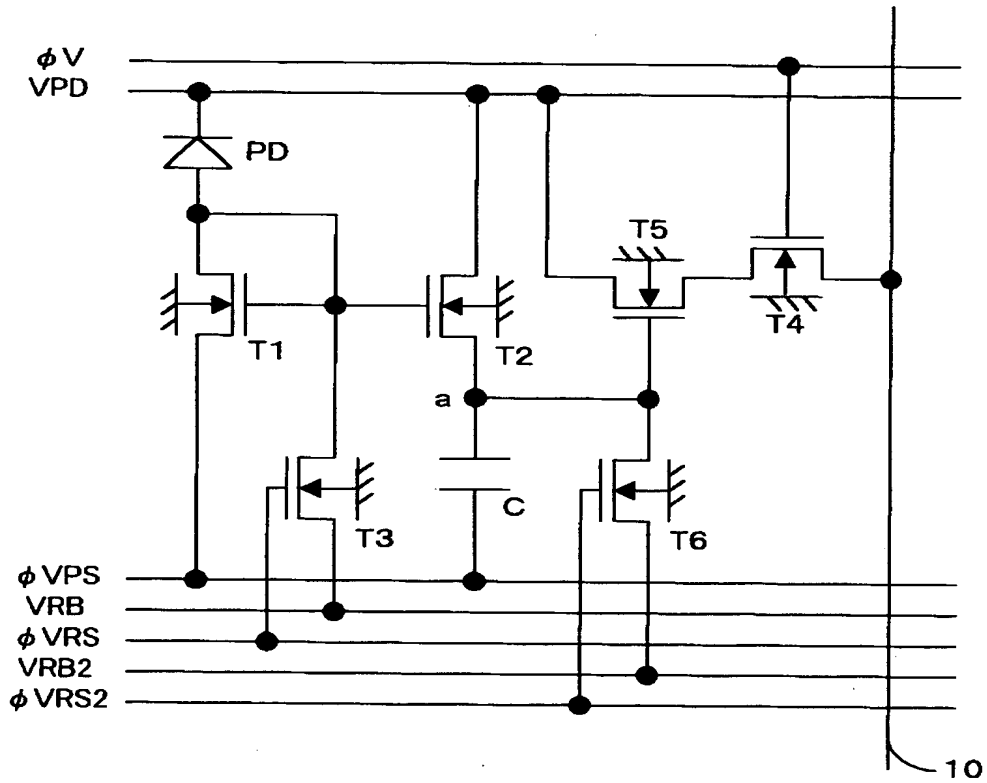
【図 4】



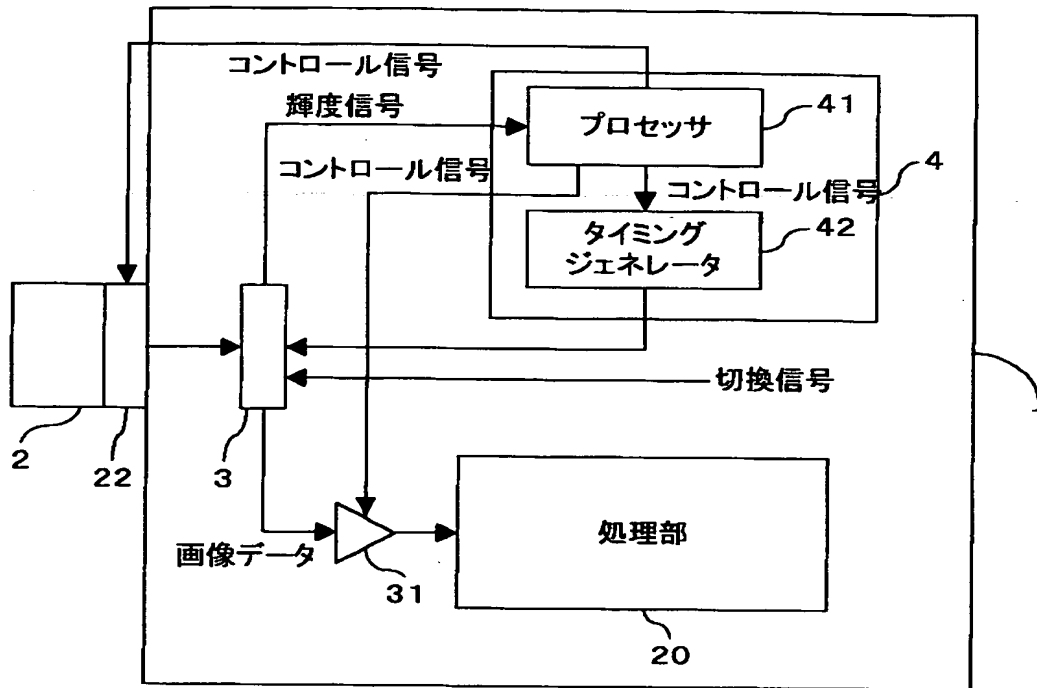
【図 5】



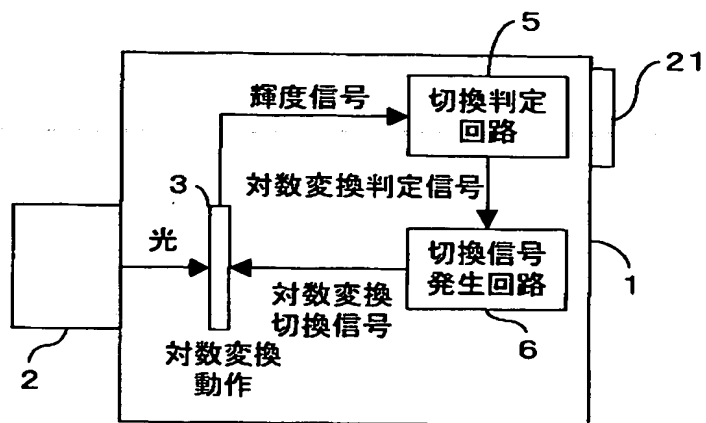
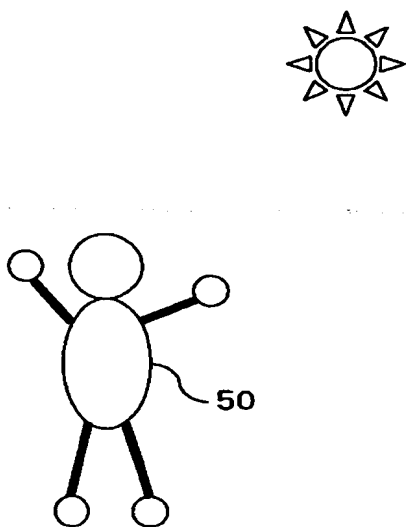
【図 6】



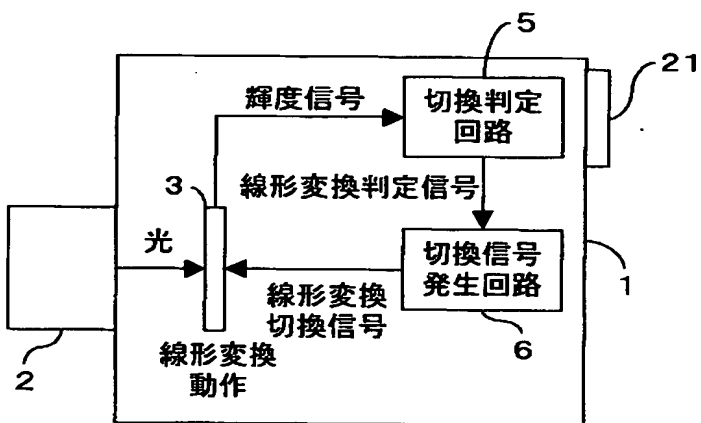
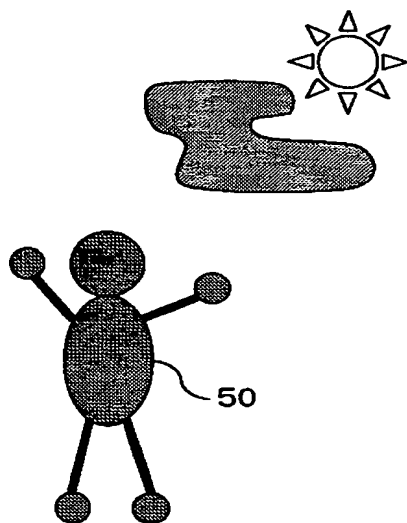
【図 7】



【図 8】

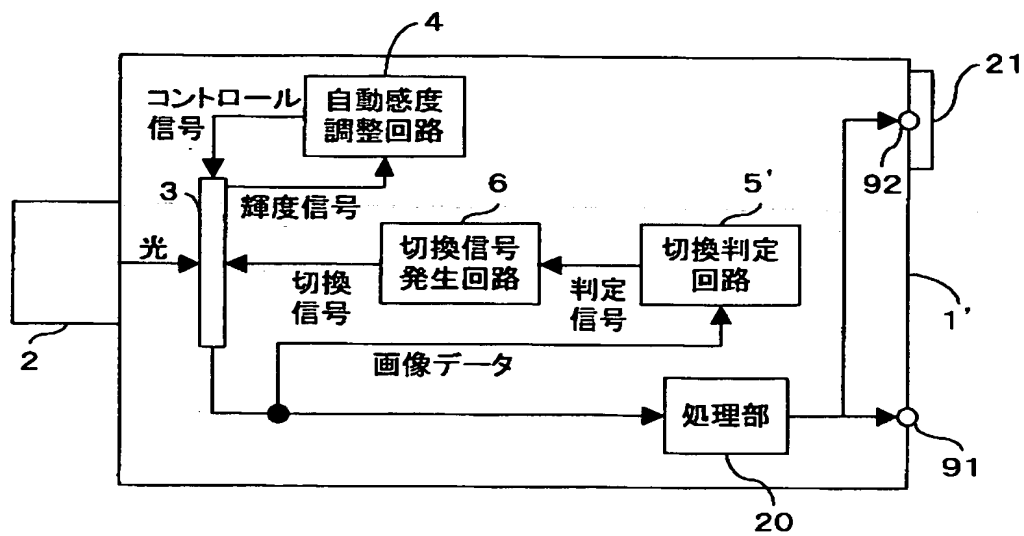


(a)

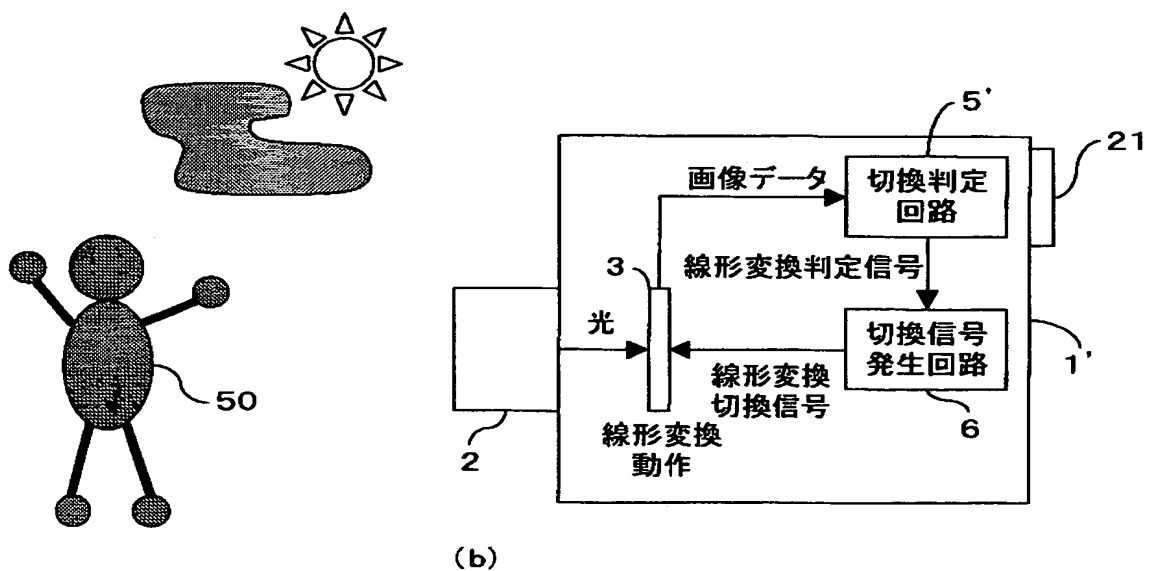
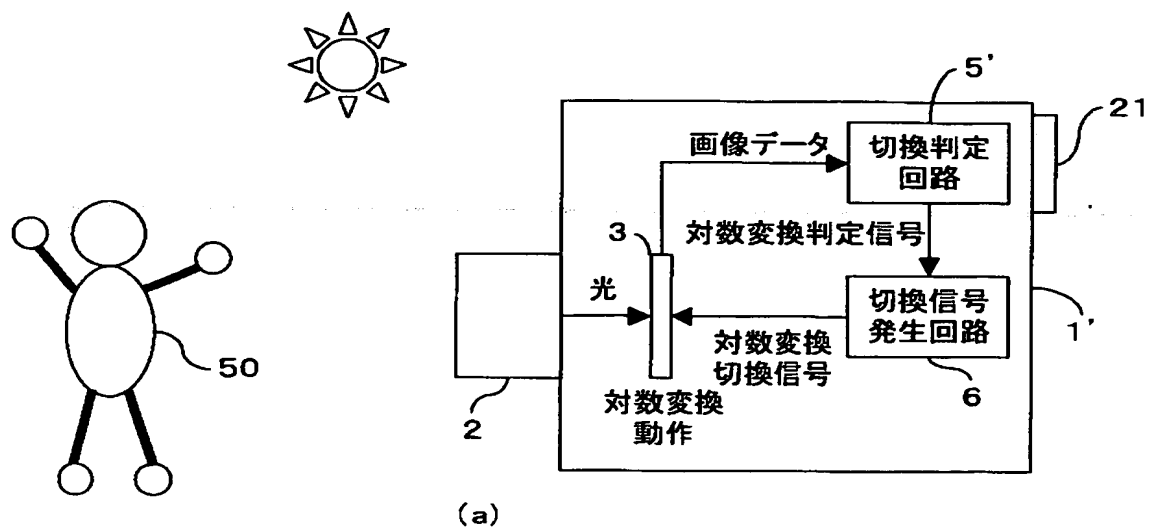


(b)

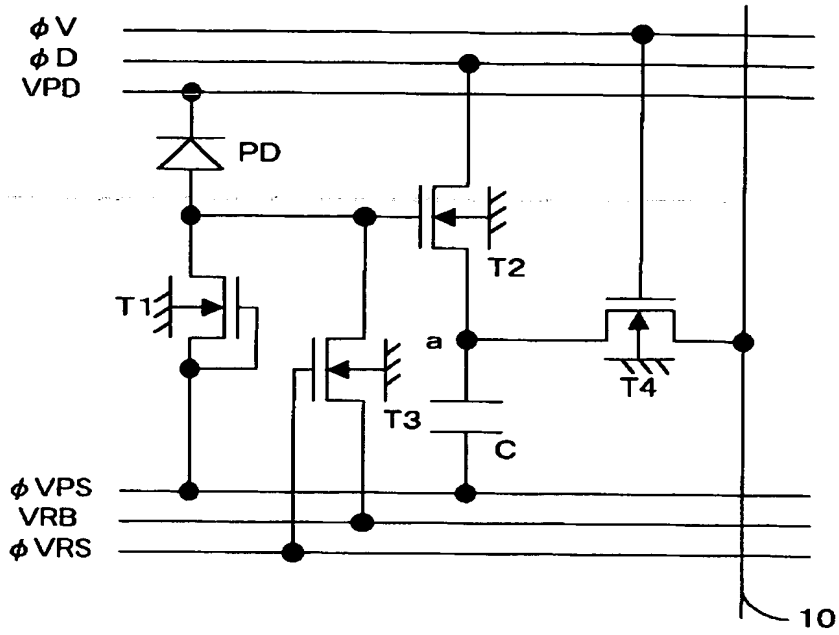
【図 9】



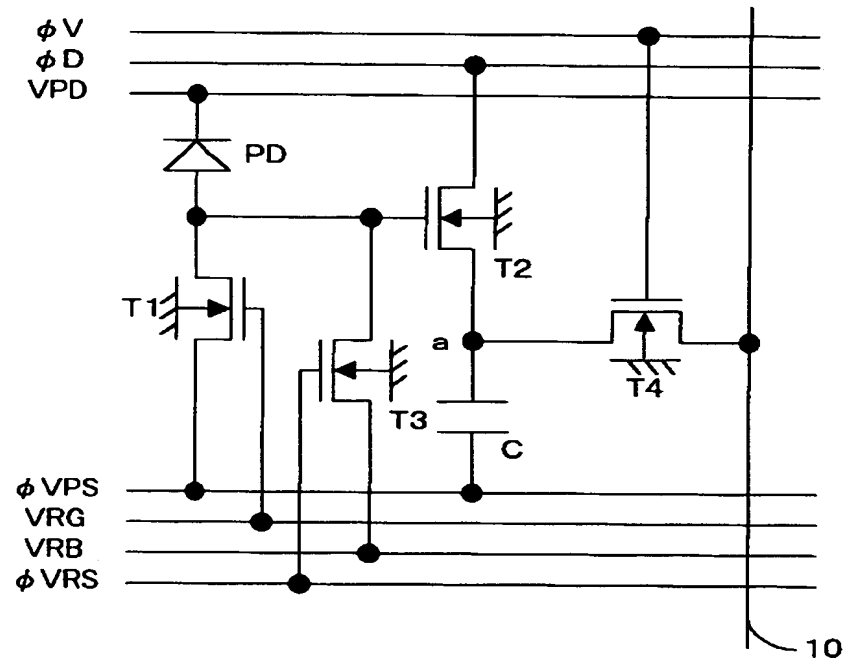
【図 1 0】



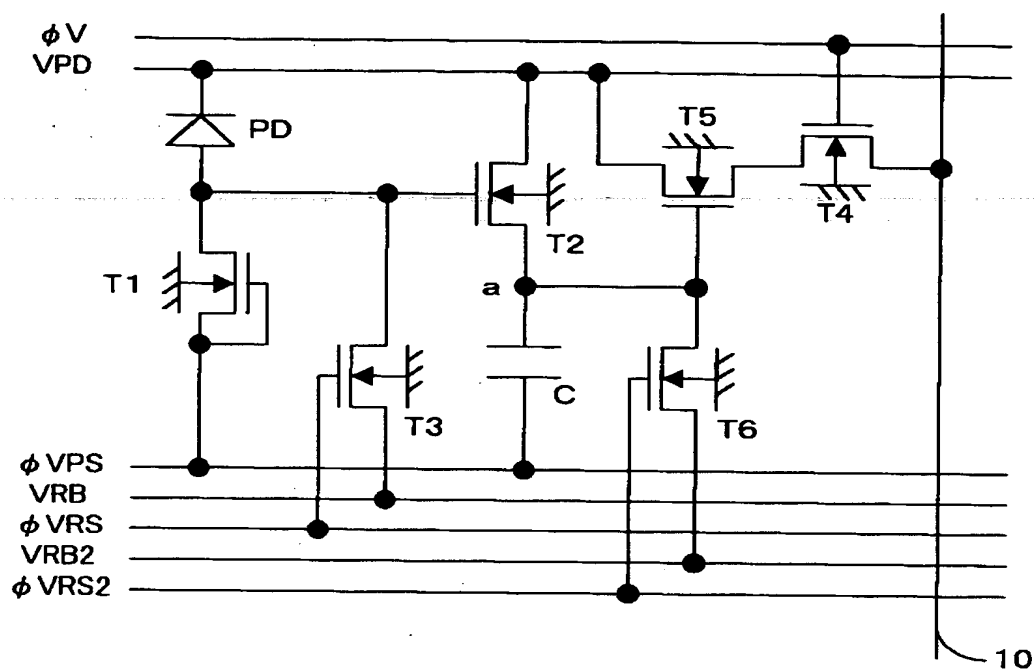
【図 1 1】



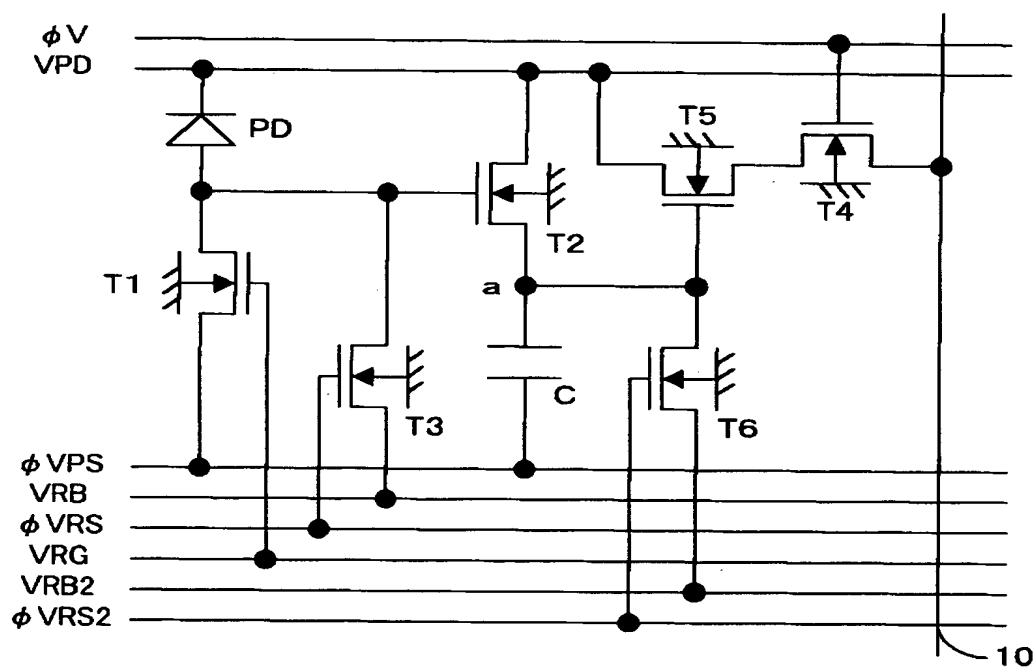
【図 1 2】



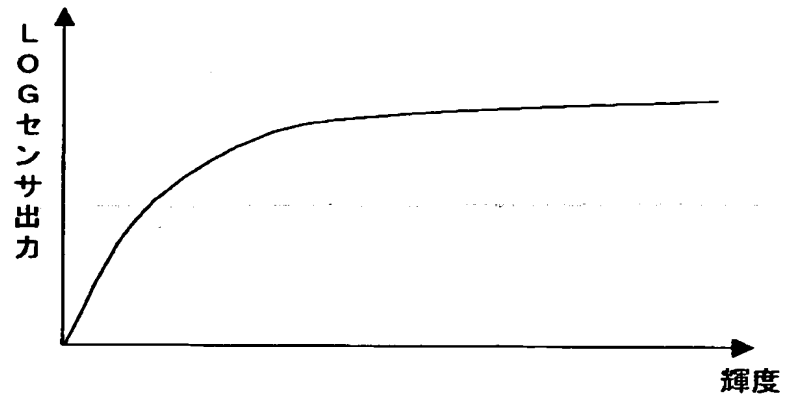
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】本発明は、撮像する被写体の輝度に応じて、固体撮像素子の入射光に対する電気信号の線形変換動作と対数変換動作とを、自動的に切り換えることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】エリアセンサ（固体撮像素子）3より送出される輝度信号によって検出される被写体の輝度がある一定の値（例えば、 700 cd/m^2 ）よりも明るくなるとき、切換判定回路5がエリアセンサ3を対数変換動作させるべきであると判定する。この切換判定回路5の判定によって切換信号発生回路6より切換信号が送出されてエリアセンサ3が対数変換動作を行う。又、エリアセンサ3より送出される輝度信号によって検出される被写体の輝度がある一定の値（例えば、 700 cd/m^2 ）よりも暗くなるとき、切換判定回路5がエリアセンサ3を線形変換動作させるべきであると判定する。この切換判定回路5の判定によって切換信号発生回路6より切換信号が送出されてエリアセンサ3が線形変換動作を行う。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日	1994年 7月20日
[変更理由]	名称変更
住 所	大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名	ミノルタ株式会社